

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-281700

(P2002-281700A)

(43) 公開日 平成14年9月27日 (2002.9.27)

(51) Int.Cl.
H 0 2 K 1/27

識別記号
5 0 1

F I
H 0 2 K 1/27

テ-マ-ト (参考)

5 0 1 A 5 H 0 0 2
5 0 1 K 5 H 6 2 1
5 0 1 M 5 H 6 2 2

1/22
21/14

1/22
21/14

A
M

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-85564(P2001-85564)

(22) 出願日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 真下 明秀

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(74) 代理人 100088339

弁理士 篠部 正治

Fターム(参考) 5H002 AA02 AB07 AC06 AE08

5H621 GA01 HH01 HH08 HH09 JK02
JK05

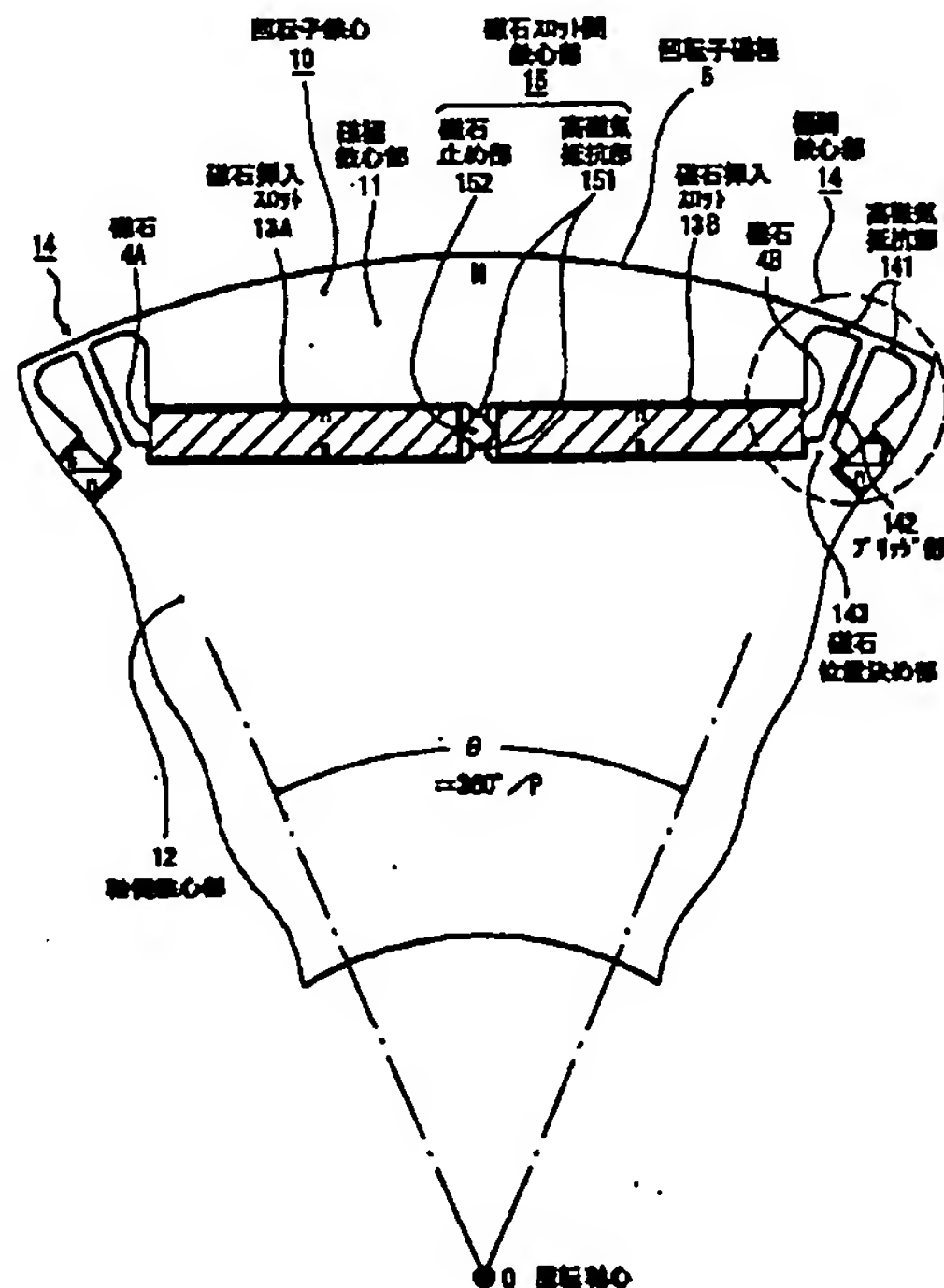
5H622 AA03 CA02 CA07 CB03 CB05
CB06 PP03 PP07 PP10 PP11

(54) 【発明の名称】 埋込み磁石型回転機の回転子

(57) 【要約】

【課題】 回転子鉄心10上の同一回転子磁極5に対応する磁石挿入スロットを13A, 13Bに分割してそれぞれ永久磁石4A, 4Bを埋込み、極間鉄心部14以外に磁石スロット間鉄心部15を設けて耐遠心力強度を増す埋込み磁石型回転機にて、磁石から磁石スロット間鉄心部15に流れる漏洩磁束を減じ、且つ磁石側部を保持する。

【解決手段】 磁石スロット間鉄心部15には、その磁気抵抗を増すために幅方向(本例では回転子周方向)に鉄心幅が狭く、長手方向(本例では回転子径方向)に直線状の2つの高磁気抵抗部151を設けるとともに、高磁気抵抗部151の間に鉄心幅が広い磁石止め部152を設けて、この磁石止め部152により磁石4A, 4Bの回転子周方向の位置決めを行う。そして応力の集中しやすい高磁気抵抗部151の長手方向の付け根の角部分には円弧部を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】固定子と空隙を介して対向する所定の偶数個の回転子磁極を持ち、該回転子磁極の少なくとも何れかは、それぞれ当該回転子磁極に対応する所定の複数個の磁石スロットを持つように回転子鉄心に一体に形成され、同一の前記回転子磁極に対応する前記複数個の磁石スロットにはそれぞれ当該回転子磁極を介し前記固定子との間に磁束を環流させる永久磁石が埋込まれてなる埋込み磁石型回転機の回転子において、

同一の前記回転子磁極に対応して隣接する前記磁石スロット相互間の前記回転子鉄心の部分としての磁石スロット間鉄心部に、当該磁石スロット相互の間隔を定める鉄心幅が、この幅方向にほぼ直交する長手方向のそれぞれ所定の長さの区間、それぞれ所定のほぼ一様な狭い幅であり、且つ前記長手方向に直列に配置された所定の複数個の狭幅鉄心部を設け、

この狭幅鉄心部とその両側の永久磁石との間に空間を設け、

さらに前記磁石スロット間鉄心部には、前記直列に配置された狭幅鉄心部相互間に挿入配置され、前記両側の永久磁石に当接して該永久磁石の前記狭幅鉄心部側への移動を防ぐための、前記幅方向の鉄心幅が広い広幅鉄心部を設けたことを特徴とする埋込み磁石型回転機の回転子。

【請求項2】請求項1に記載の埋込み磁石型回転機の回転子において、

前記磁石スロット間鉄心部の前記長手方向において、少なくとも前記狭幅鉄心部の鉄心幅が不連続に変化する角部には、該鉄心幅の変化を連続的に変える円弧部を設けたことを特徴とする埋込み磁石型回転機の回転子。

【請求項3】請求項1または2に記載の埋込み磁石型回転機の回転子において、

同一の前記磁石スロット間鉄心部における狭幅鉄心部の個数を2個としたことを特徴とする埋込み磁石型回転機の回転子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、永久磁石を埋込んで回転子の磁極を形成した電動機または発電機としての、いわゆる埋込み磁石型回転機の回転子であって、特に同一の回転子磁極に対応して回転子の周方向に複数個の永久磁石を配置しながら、回転子の遠心力に対する強度を高め、且つ永久磁石の漏洩磁束を減じ得るようにした埋込み磁石型回転機の回転子に関する。

【0002】なお、以下各図において同一の符号は同一もしくは相当部分を示す。

【0003】

【従来の技術】図4は従来の小形の埋込み磁石型電動機の回転子の1極分を主体とした構造の概念図で、同図a)は固定子を含む構成を示し、同図b)は同図a)の

回転子鉄心の要部を拡大して示す。図4、a)において、1は回転子、2は固定子（この場合、電機子ともいう）、3は回転子1と固定子2との間の空隙、4は永久磁石（単に磁石ともいう）、5は回転子磁極である。

【0004】この電動機は回転軸心Oを通り、紙面に垂直な回転軸を中心に回転するものとし、本例は回転子磁極5の数 $P=8$ 極、つまり回転子磁極5の1極当たりの中心角 $\theta=360^\circ/P=45^\circ$ の場合を示す。回転子1は、例えば鋼板のような磁性金属板材を回転軸方向に、本例では全体として厚肉円筒状に積層した回転子鉄心10上の回転子磁極5ごとに設けられた磁石挿入スロット13に、それぞれ磁石4を挿入して構成されている。

【0005】磁石4は、本例では直方体状に形成されており、nは磁石4のN極（面）、sはS極（面）である。そして磁石4は、本図の奥行き方向に延びるその各極面n、sが回転軸に平行となるように磁石挿入スロット13に挿入されている。また磁石4によって回転子1の外周上に形成される回転子磁極5は隣接する回転子磁極間で互いに逆極性となるので、回転子磁極5のN極を形成する磁石挿入スロット13に挿入された磁石4の磁化方向と、回転子磁極5のS極を形成する隣接極の磁石挿入スロット13に挿入された磁石4の磁化方向とは回転子1の径方向に対して互いに逆になっている。

【0006】次に、図4、b)の回転子鉄心10において、11は回転子磁極5ごとに設けられ、磁石挿入スロット13の回転子外周側の面によって、挿入された磁石4の回転子外周側の磁極面に接すると共に、空隙3を介して固定子2に対向し、当該の磁石4と固定子2との間の磁束の流路となる鉄心部分（換言すれば回転子1の磁極を形成する部分）としての磁極鉄心部である。

【0007】12は磁石挿入スロット13の回転子軸側の面によって磁石4の回転子軸側の磁極面に接すると共に、本例では全回転子磁極分一体に形成され、磁石4の回転子軸側の磁極間の磁束の流路となる軸側鉄心部で、この軸側鉄心部12は図外の手段によって回転子1の図外の回転軸と一体に結合されている。14は磁極鉄心部11の相互間に位置する回転子鉄心10の部分としての極間鉄心部で、磁極鉄心部11の回転子周方向の配置を維持しつつ、磁極鉄心部11を回転子の軸側に結合する役割を持つ。

【0008】この極間鉄心部14は、本例では磁極鉄心部11の相互間を結合する高磁気抵抗部141と、高磁気抵抗部141の回転子周方向の中間点と軸側鉄心部12とを結合するブリッジ部142と、ブリッジ部142の軸側鉄心部12への付け根部分にあって、磁石4の回転子周方向の位置決めを行う磁石位置決め部143とからなる。

【0009】図4、a)中に破線で示す ϕm 、 ϕp は、このようにして磁石4が出力する磁束とその環路の例を

示す。ここで、磁束 ϕ_m は固定子2を通り固定子内の図外の電機子巻線と鎖交する有効な磁束成分となるが、磁束 ϕ_p は極間鉄心部14を通して回転子磁極5の相互間を直接短絡する無効な磁束成分としての漏洩磁束となる。

【0010】この漏洩磁束 ϕ_p は当然、少ないことが望ましい。このため漏洩磁束 ϕ_p の流路となる極間鉄心部14内の高磁気抵抗部141は、その幅 W_p を薄くして高磁気抵抗となるように形成されている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで、回転子1の径が大きく、特に磁極鉄心部11に加わる遠心力が大きくなる、中、大形の回転機では、強度的に極間鉄心部14の高磁気抵抗部141を薄く構成することが不可能であり、極間の漏洩磁束 ϕ_p が大きくなるという問題がある。

【0012】そこで、回転子磁極5の1極あたりの磁石挿入スロット13を、これに挿入された磁石4と共に複数個に分割して周方向に配置し、この分割された各磁石挿入スロット及び磁石同士の間でできるブリッジ状鉄心により磁極鉄心部11を軸側鉄心部12に結合することにより、この新たなブリッジ状鉄心と高磁気抵抗部141を薄く構成したままの極間鉄心部14とで、遠心力に耐えるようにする構造が考えられる。

【0013】しかしながら、回転子1をこのような形状とした場合、分割された磁石挿入スロット相互間のブリッジ状鉄心部分に磁石の極 n と s 間を短絡する漏洩磁束 ϕ_s が流れることとなり（後述の図3参照）、磁石から発生して固定子2の電機子巻線に鎖交する有効磁束 ϕ_m が減ってしまうという問題が新たに生ずる。そこで本発明は、遠心力に強く且つ同一回転子磁極内の漏洩磁束が少ない、そして磁石の位置を正しく固定して磁石の割れや削れなどが発生しない鉄心形状を持つ埋込み磁石型回転機の回転子を提供することを課題とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】前記の課題を解決するために、請求項1の埋込み磁石型回転機の回転子は、固定子(2)と空隙(3)を介して対向する所定の偶数個の回転子磁極(5)を持ち、該回転子磁極の少なくとも何れかは、それぞれ当該回転子磁極に対応する所定の複数個の磁石スロット(磁石挿入スロット13A、13Bなど)を持つように回転子鉄心(10)に一体に形成され、同一の前記回転子磁極に対応する前記複数個の磁石スロットにはそれぞれ当該の回転子磁極を介し前記固定子との間に磁束(ϕ_m)を環流させる永久磁石(4A、4Bなど)が埋込まれてなる埋込み磁石型回転機の回転子において、同一の前記回転子磁極に対応して隣接する前記磁石スロット相互間の前記回転子鉄心の部分としての磁石スロット間鉄心部(15)に、当該磁石スロット相互の間隔を定める鉄心幅が、この幅方向にほぼ直交す

る長手方向のそれぞれ所定の長さの区間、それぞれ所定のほぼ一様な狭い幅(W_{s1})であり、且つ前記長手方向に直列に配置された所定の複数個の狭幅鉄心部(高磁気抵抗部151)を設け、この狭幅鉄心部とその両側の永久磁石との間に空間を設け、さらに前記磁石スロット間鉄心部には、前記直列に配置された狭幅鉄心部相互間に挿入配置され、前記両側の永久磁石に当接して該永久磁石の前記狭幅鉄心部側への移動を防ぐための、前記幅方向の鉄心幅(W_{s2})が広い広幅鉄心部(磁石止め部152)を設けるようにする。

【0015】また請求項2の埋込み磁石型回転機の回転子は、請求項1に記載の埋込み磁石型回転機の回転子において、前記磁石スロット間鉄心部の前記長手方向において、少なくとも前記狭幅鉄心部の鉄心幅が不連続に変化する角部には、該鉄心幅の変化を連続的に変える円弧部(153)を設けるようにする。

【0016】また請求項3の埋込み磁石型回転機の回転子は、請求項1または2に記載の埋込み磁石型回転機の回転子において、同一の前記磁石スロット間鉄心部における狭幅鉄心部の個数を2個とする。本発明の作用は、回転子鉄心10上の同一回転子磁極に対応する磁石挿入スロット13Aと13Bとの間の鉄心部分である磁石スロット間鉄心部15を次のように形成するものである。即ち、磁気抵抗を増すために鉄心幅 W_{s1} を狭くした直線状の複数(本例では2つ)の高磁気抵抗部151を設けて直列に配置し、この直列配置の高磁気抵抗部151の間となる磁路の中間部に磁石の側端部の位置を定めるために鉄心幅 W_{s2} の広い磁石止め部152を設ける。そしてさらに応力の集中しやすい高磁気抵抗部151の付け根の角の部分に高磁気抵抗部151の鉄心幅 W_{s1} が高磁気抵抗部151の長手方向で連続的に変化するよう円弧状の円弧部153を設ける。

【0017】

【発明の実施の形態】図1は本発明の1実施例としての回転子磁極の1極分を示し、この図は図4に対応している。図1においては、図4に対し回転子磁極5の1極分の磁石挿入スロットが13A、13Bの2個に分割され、この磁石挿入スロット13Aと13Bとの間に磁石スロット間鉄心部15が新設されている。そして、磁石挿入スロット13Aと13Bにはそれぞれ、同一の回転子磁極5に対し同極性に磁化された直方体状の磁石4Aと4Bが挿入されている。

【0018】図2は磁石スロット間鉄心部15の拡大図を示す。この磁石スロット間鉄心部15において、図の上下2箇所にある151は、磁極鉄心部11と軸側鉄心部12とを結合する高磁気抵抗部である。この高磁気抵抗部151はその鉄心幅 W_{s1} の方向と直交する方向(長手方向という、本例では回転子の径方向)の所定長の区間、鉄心幅 W_{s1} が一様に狭く高磁気抵抗となるように構成されている。

【0019】また、152は2つの高磁気抵抗部151の間にあって鉄心幅 $W_s 2$ が広く形成され磁石4A、4Bの回転子周方向の位置決めをする磁石止め部、153は高磁気抵抗部151の磁極鉄心部11、軸側鉄心部12および磁石止め部152に対する付け根の角部を埋める円弧部である。この円弧部153は、高磁気抵抗部151の狭い鉄心幅 $W_s 1$ の長手方向における不連続な変化を防ぐもので、高磁気抵抗部151の付け根の鉄心角部への遠心力による応力集中を防ぐ。

【0020】図3は図2の動作を補足説明するための図で、図3では磁石スロット間鉄心部15の磁石止め部152が省略されている。磁石スロット間鉄心部15は磁石4Aと4Bの極 n, s 間を短絡することになるので、図2においても図3の破線と同様な経路で無効な漏洩磁束 ϕ_s が流れる。この漏洩磁束 ϕ_s を極力低減するために図2の高磁気抵抗部151の直線部全域の鉄心幅 $W_s 1$ が狭く構成されている。

【0021】図3では図2の磁石止め部152が省略されているが、図3のような形状としたとき、磁石挿入スロット内に挿入される磁石4A、4Bの、高磁気抵抗部151側の端面は鉄心に当たらず、磁石4A、4Bが衝撃等によって高磁気抵抗部151方向に移動しようとしたとき磁石の角が割れたり削れるなどの磁石保護上の問題が生ずる。

【0022】そこで、図2のように磁石スロット間鉄心部15の中央部の幅 $W_s 2$ を広くして、磁石端面に接する様に磁石止め部5を設けると共に、狭い鉄心幅 $W_s 1$ の部分である高磁気抵抗部151を可能な限り残すようにしたものである。本実施例では、磁石スロット間鉄心部15における高磁気抵抗部151の幅 $W_s 1$ を与える対向面151aが、この幅方向に直交する長手方向に所定区間、平行（つまり幅 $W_s 1$ が一様）である場合を示したが、例えばこの対向面151aが回転軸心Oを通るというように互いに傾きを持つ場合や、あるいは対向面151a自体が曲面である場合でも、幅 $W_s 1$ がほぼ一様な所定長の区間が長手方向に存在して高磁気抵抗が得られる限り、本発明に包含される。

【0023】また、本実施例では、同一回転子磁極に対応する2つの磁石挿入スロット13A、13Bが、回転子の周方向に直線状に（つまり磁石4A、4Bの磁極面が同一平面上にあるように）並ぶ場合を示したが、例えば2つの磁石挿入スロット13A、13Bが回転子の周方向に「ハ」の字状に並ぶ（つまり磁石4A、4Bの磁極面が互いに傾きを持つ）場合であっても本発明を適用することができる。

【0024】なお、同一回転子磁極に対応する磁石挿入スロットの数は本実施例のように2つに限定されるものではなく、必要に応じて任意の複数個であってよい。

【0025】

【発明の効果】本発明によれば、回転子鉄心10上の磁石挿入スロットに永久磁石を埋込み、回転子磁極を形成した埋込み磁石型回転機において、同一回転子磁極に対応する複数の磁石挿入スロット13Aと13Bとの間の鉄心部分である磁石スロット間鉄心部15に、磁気抵抗を増すために鉄心幅 $W_s 1$ が狭く直線状の高磁気抵抗部151を複数個設けて直列に配置すると共に、直列配置した高磁気抵抗部151の間にあって磁石の側端部の位置を定めるための広い鉄心幅 $W_s 2$ を持つ磁石止め部152を設け、さらに応力の集中しやすい高磁気抵抗部151の付け根の角の部分には円弧部153を設けて高磁気抵抗部151の鉄心幅 $W_s 1$ がその長手方向で不連続に変化しないようにしたので、回転子磁極に加わる遠心力が大きくなる中、大型の埋込み磁石型回転機であっても、極間鉄心部14の鉄心幅を増加して極間漏洩磁束を増大させずに、同一回転子磁極内の漏洩磁束が少なく、また磁石の割れ等を防ぐことができ、且つ高磁気抵抗部151への応力が集中しない磁石スロット間鉄心部15を形成することができ、磁石磁束の利用効率を低下させずに遠心力に耐える回転子を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1実施例としての回転子の要部の構成図

【図2】図1における磁石スロット間鉄心部の拡大図

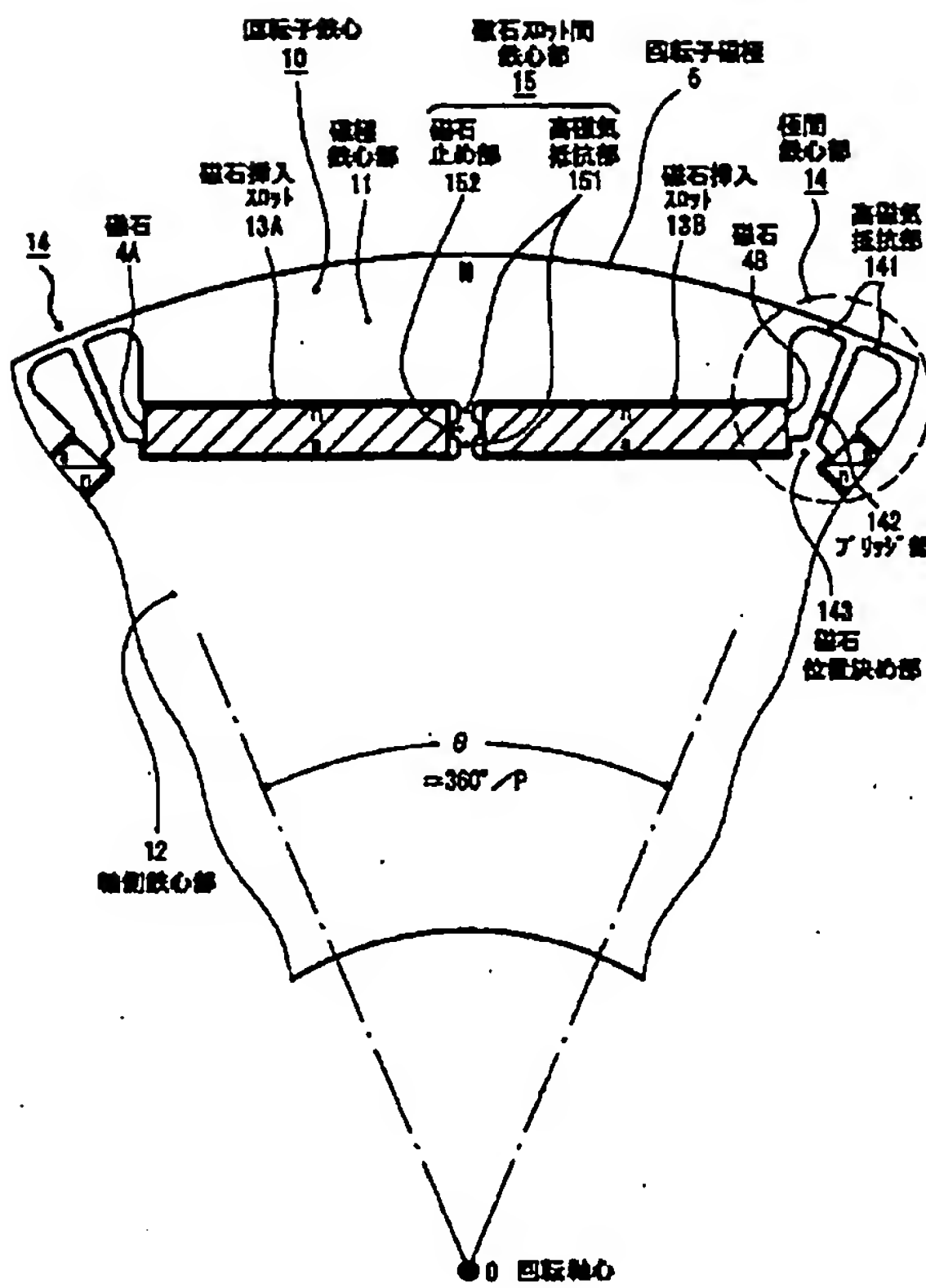
【図3】図2の動作の説明を補足する図

【図4】図1に対応する従来の回転子の要部の構成図

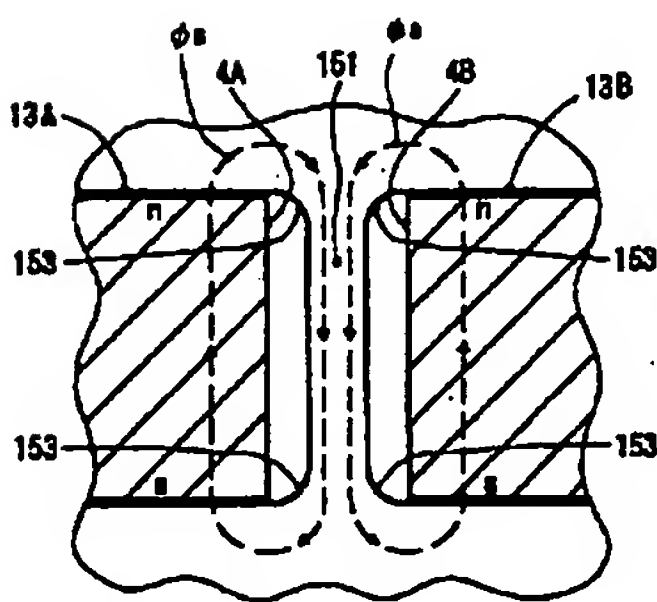
【符号の説明】

1	回転子
2	固定子（電機子）
3	空隙
4	永久磁石（磁石）
5	回転子磁極
10	回転子鉄心
11	磁極鉄心部
12	軸側鉄心部
13A, 13B	磁石挿入スロット
14	極間鉄心部
15	磁石スロット間鉄心部
141	高磁気抵抗部
142	ブリッジ部
143	磁石位置決め部
151	高磁気抵抗部
151a	高磁気抵抗部の幅を定める対向面
152	磁石止め部
153	円弧部
O	回転軸心

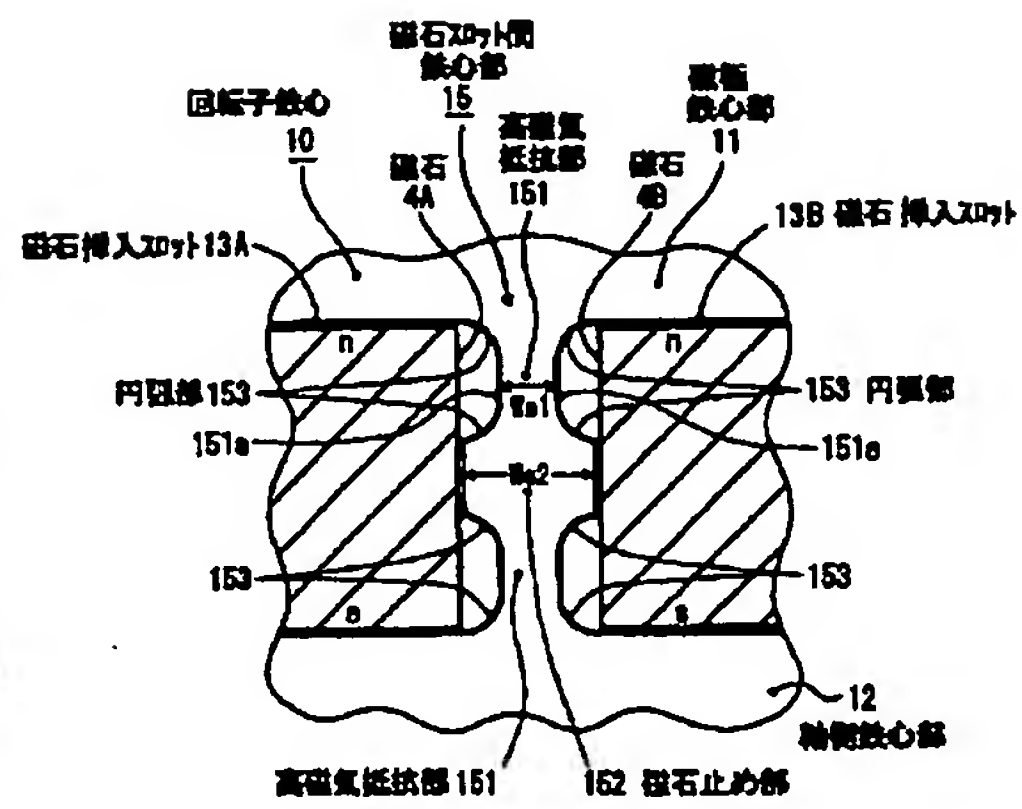
【図1】



【図3】



【図2】



【図4】

